

**PENGARUH UKURAN BUTIR SERBUK *FLY ASH* TERHADAP
KEKUATAN *IMPACT* BAHAN KOMPOSIT BERMATRIKS *EPOXY***

Agus Setiawan¹⁾ Shirley Savetlana²⁾, Gusri Akhyar Ibrahim²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung,

²⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung,

Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145

Email : agus_wawan038@yahoo.com, Shirley@unila.ac.id, gusri1771@gmail.com

Abstract

Mixing types of epoxy polymers with fly ash (fly ash) coal into composite materials is expected to be one of the ways to look for an alternative to metal materials. Mixing two different materials is intended to improve the mechanical properties of composites by utilizing waste coal as a reinforcing material.

Making specimens was based on differences in particle size of the fly ash powder. Fly ash sifted with a sieve to obtain a variation of the size of the fly ash particles with a size of 40 mesh, 80 mesh and 120 mesh. While the epoxy resin used was a general purpose type (Bisphenol A-epichlorohydrin) Bakelite EPR 174 with a ratio between the epoxy resin and hardener 1:1. After getting the fly ash according to the desired size, made by mixing epoxy resin through the calculation of the mass fraction. The process of mixing epoxy resin with coal fly ash waste is done with matrix mixing ratio by 60% and 40% fly ash. Then do the impact test for pure epoxy resin and for composites. Fracture area photo by scanning electron microscope (SEM) was used to analyze the causes of failure in composites. Testing was conducted in accordance with the standard impact test ASTM D 6110.

The test results showed the addition of fly ash particles with increasing particle size of 40 mesh, 80 mesh and 120 mesh can improve the impact strength of the composite. Highest impact strength of the composite obtained at 120 mesh particle size of $3.967 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. With the decrease in the size of particles, extensive contact between the surface of fly ash with resin will be many more. So, to the improve impact strength. In the SEM image results look excellent interface bonding between the matrix with fly ash particles. In the composite looks much voids or porosity.

Keywords: epoxy, composites, fly ash, impact test, SEM photos, the mechanical properties.

PENDAHULUAN

Fly ash sebagai limbah PLTU berbahan bakar batubara dikategorikan oleh BAPEDAL sebagai bahan beracun dan berbahaya (B3). Peningkatan jumlah pembangunan PLTU berbahan bakar batubara di Indonesia menyebabkan jumlah limbah *fly ash* juga akan meningkat. Jika limbah ini tidak dimanfaatkan maka akan menyebabkan masalah pencemaran lingkungan. Limbah batubara yang relatif besar ini menimbulkan dampak pencemaran yang cukup berat. Sehingga perlu difikirkan sebuah alternatif pemecahan permasalahan

pencemaran ini.⁽¹⁾

Fly ash mempunyai unsur-unsur kimia sebagai penyusunnya, diantaranya silica SiO_2 , alumina Al_2O_3 , Fero Fe_2O_3 , dan lain-lain. Ukuran bahan penguat SiC pada komposit Al-4Mg+50 Vol% SiC memiliki pengaruh yang kuat terhadap sifat mekaniknya. Kekuatan dan keuletan menurun dengan meningkatnya ukuran partikel. Pada ukuran partikel kecil ($<6.5 \mu\text{m}$), perpatahanya disebabkan oleh kegagalan logam sedangkan untuk ukuran partikel besar ($>23 \mu\text{m}$), perpatahan disebabkan oleh pecahnya partikel penguat. Untuk bahan penguat Al_2O_3 juga memiliki

kecenderungan yang sama.⁽²⁾

Salah satu komposit partikel adalah komposit dengan pengisi serbuk pembakaran batubara atau lebih dikenal dengan *fly ash*. Penelitian tentang pemanfaatan *fly ash* sudah banyak dilakukan. Manoj Singla and Vikas Chawla (2010) adalah beberapa peneliti yang pernah melakukan pengujian untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit bermatriks *epoxy* dengan penguat *fly ash*. Pada penelitiannya dilakukan beberapa pencampuran yaitu dengan penambahan *fly ash* sebanyak 30, 38, 46 dan 54% tanpa perlakuan apapun. Dengan pengadukan manual, yaitu dengan mengaduk menggunakan kayu kemudian diputar dengan tangan. Dari hasil pengujian dampak yang telah dilakukannya, didapatkan hasil tertinggi adalah pada pencampuran 30% *fly ash* dan 70% *epoxy* dengan nilai 0.92 joules.^[3]

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan komposit dengan penambahan serbuk partikel *fly ash* sebagai penguatnya, dengan menggunakan variasi perbedaan ukuran partikel *fly ash*. Sehingga nantinya dapat diketahui pengaruh ukuran penguat partikel *fly ash* terhadap energi yang dapat diserap komposit.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

Butir serbuk *fly ash* yang digunakan pada penelitian ini diambil dari limbah sisa pembakaran batubara di PLTU Tarahan Unit 3 & 4 Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Untuk mengelompokkan butir *fly ash* berdasarkan besar ukurannya, digunakan ayakan.

Hasil analisa serbuk *fly ash*, diperoleh komposisi kimia serbuk *fly ash*. Kandungan kimia berupa silica (SiO_2) sebesar 61.55%, alumina (Al_2O_3) sebesar 22,31 %, fero oksida (Fe_2O_3) sebesar 4.72 %, kalsium oksida (CaO) sebesar 3.39 % dan beberapa kandungan kimia lainnya.^[4]

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa pencampuran antara *fly ash*, resin *epoxy* dan hardenernya. *Epoxy* yang digunakan adalah jenis resin *epoxy* tipe *general purpose* (*Bisphenol A-epichlorohydrin*) *Bakelite EPR 174* dengan

perbandingan antara resin *epoxy* dan hardener 1:1 dengan spesifikasi viskositas pada 25° C 13.000 + 2.000 mpa .s , nomor epoksi 22.7 + 0.6 % , ekuivalen epoksi 189 + 5 g/equiv , nilai epoksi 0.53 + 0.01 equiv /100g , total kandungan klorin < 0.2 % , kandungan klorin *hydrolysable* < 0.05 % , warna < 1 gardner, densitas pada 25° C 1.17 + 0.01 g/cm³.

Cetakan terbuat dari kaca. Penggunaan kaca dikarenakan kemudahan dalam pengolahannya atau pembentukannya menjadi cetakan. Gemuk digunakan untuk melapisi bagian dalam cetakan sehingga komposit yang akan dituang kedalam cetakan tidak melekat pada cetakan dan mudah dilepaskan. Gergaji besi digunakan untuk memotong specimen komposit yang dicetak dalam ukuran yang lebih besar dari ukuran yang diharuskan.

B. Prosedur Percobaan

Pembuatan cetakan komposit dan pengujiannya dilakukan dengan mengikuti standard ASTM 6110 "*standard test methods for determining the charpy impact resistance of notched specimens of plastics*". *Fly Ash* diayak sehingga tersaring butir serbuk *fly ash* dengan ukuran 40 mesh, 80 mesh dan 120 mesh. Kemudian melakukan pencampuran menggunakan fraksi massa dengan persentase *fly ash* sebesar 40 % ditambahkan 60 % resin *epoxy* dan *hardener*. Dan kemudian dicetak pada cetakan kaca yang telah dilapisi dengan gemuk.

Pembuatan komposit berdasarkan cetakan yang ada dapat membuat sebanyak 5 specimen uji, yang sebelum pengerasannya dilakukan pemakuan untuk mengurangi udara pada saat pencampuran komposit.

Dilakukan pengujian dampak pada specimen yang telah terbentuk. Pengujian dampak dilakukan untuk mengetahui besar energi yang dapat diserap material komposit *fly ash*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan standar uji dampak ASTM D 6110.

Pengamatan menggunakan foto SEM (*Scanning Electron Machine*) dilakukan pada serbuk *fly ash* untuk melihat bentuk *fly ash* dan pada patahan specimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

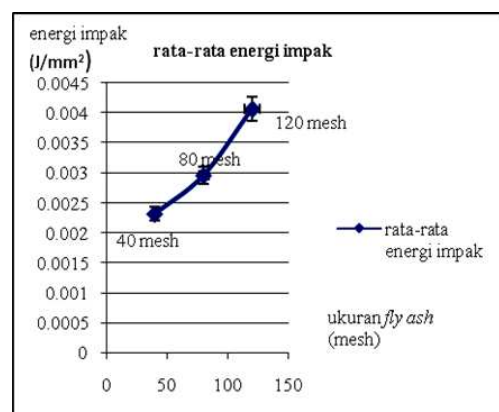
A. Uji Impak Dan Pembahasan

Didapatkan nilai Energi impact dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 1. Nilai polimer atau spesimen tanpa *fly ash* mempunyai nilai energi impact sebesar $17.13 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. nilai rata-rata energi impact tertinggi didapatkan pada komposit dengan ukuran serbuk *fly ash* sebesar 120 mesh yaitu $3.967 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Nilai energi impact terendah didapatkan pada komposit dengan ukuran pengisi serbuk *fly ash* sebesar 40 mesh yaitu $2.323 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$.

Tabel 1. Pengaruh besar ukuran butir terhadap nilai energi impact komposit matriks *epoxy* dengan penguat serbuk *fly ash*

No.	Ukuran <i>fly ash</i> (mesh)	Energi impact (J/mm^2)
1	-	17.13×10^{-3}
2	40	2.323×10^{-3}
3	80	2.913×10^{-3}
4	120	3.967×10^{-3}

Ukuran butir serbuk *fly ash* sangat berpengaruh terhadap kenaikan nilai energi impact. Pada hasil pengujian yang didapat, nilai energi impact bernilai tinggi ketika ukuran butirnya kecil. Hal ini dapat kita lihat pada gambar 1. Grafik hubungan antara besar ukuran butir terhadap nilai energi impact.



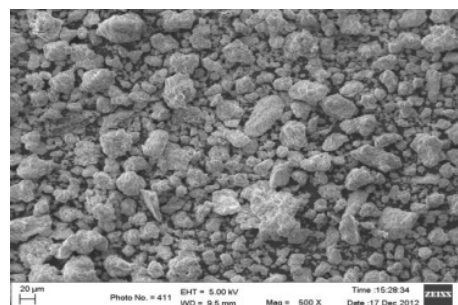
Gambar 1. Grafik nilai rata-rata energi impact terhadap ukuran butir *fly ash*

Semakin kecil ukuran butir pengisi komposit maka luas kontak permukaan antar butir semakin luas, yang berarti akan bertambah banyaknya permukaan yang terbentuk diantara matriks dan penguat. Maka ikatan antar keduanya yang akan menjadi jalur untuk perpindahan beban. Sehingga beban yang datang akan lebih banyak terserap untuk memisahkan ikatan antara matriks dan partikel *fly ash*.

Kondisi ikatan permukaan inilah yang sangat mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan komposit. ikatan antarmuka ini yang menjadi penghubung beban luar yang diberikan ke matriks dan diteruskan ke partikel penguatnya yang dalam hal ini adalah *fly ash*. Sehingga kekuatan komposit dapat dioptimalkan dengan memperkecil ukuran *fly ash*.

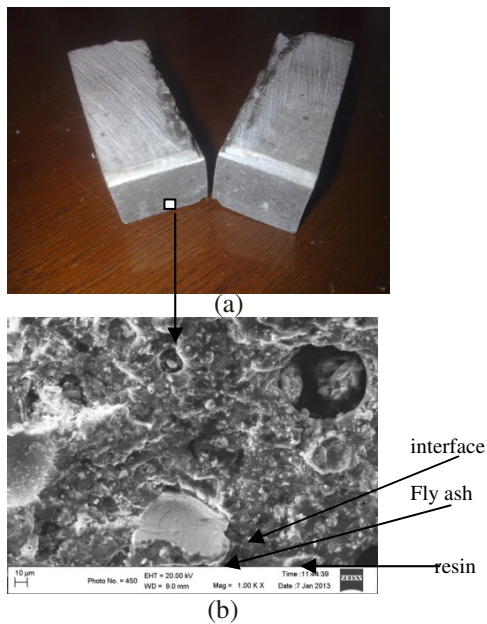
B. FOTO SEM

Pada Gambar 2 dapat kita lihat bentuk *fly ash* yang tidak beraturan bentuknya dan ukurannya tidak seragam. Bentuk yang tidak beraturan ini dapat menyebabkan banyaknya udara yang dapat terjebak jika *fly ash* dipakai dalam pembuatan komposit.



Gambar 2. Foto SEM partikel *fly ash*

Gambar 3 menunjukkan permukaan patahan komposit pada specimen uji impact, kita dapat melihat penyebaran partikel *fly ash* pada saat dilakukan foto SEM. Namun ikatan antara matriks dan *fly ash* sangat baik. Hal ini dapat kita lihat dari tidak adanya celah diantara partikel dan resin *epoxy*. Selain itu banyak terlihat lubang-lubang yang biasa disebut dengan *voids*.



Gambar 3. (a) Foto patahan spesimen,
(b) Foto SEM dari patahan spesimen.

Adanya *voids* atau *porositas* mengakibatkan adanya ruang kosong. kekosongan ini yang menyebabkan tidak adanya bagian komposit yang dapat menyerap beban yang datang sehingga menyebabkan material komposit lebih cepat patah.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh ukuran butir serbuk *fly ash* terhadap energi dampak komposit bermatriks *epoxy* yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Energi dampak tertinggi didapatkan pada komposit *fly ash* dengan ukuran partikel *fly ash* 120 mesh yaitu sebesar $3.967 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$.
2. Semakin kecil ukuran partikel penguat pada komposit, menyebabkan lebih banyaknya ikatan antarmuka antara matriks dan partikel. Beban yang datang akan lebih banyak terserap untuk memisahkan ikatan antara matriks dan partikel *fly ash*.
3. Salah satu faktor utama rendahnya kekuatan komposit dibandingkan dengan *epoxy* murni dikarenakan masih

banyaknya jumlah porositas yang terdapat didalam komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Husin, Andriati Amir, 2005, *Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan*, Jakarta.
- [2] Anon, ASM Handbook. *Composites*, Vol.21, ASM International, Cleveland Ohio, 2000.
- [3] Manoj Single and Vikas Chawla, 2010, *Mechanical Properties Of Epoxy Resin – Fly Ash Composite*, Departemen Of Mechanical Engineering, R.I.E.I.T. Rail Majra, Distt, Hawan Shahr (PB)-144533, India
- [4] Sucofindo, 2012. *Sertifikat analisa kualitas komposit*